

ОГЛЯД СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ КОНТАКТНОГО ТОЧКОВОГО ЗВАРЮВАННЯ

Анотація. Розглянуто існуючі методи та засоби ультразвукового контролю контактного точкового зварювання. Визначенні переваги на недоліки використання КТЗ для реалізації процесу зварювання. Запропоновано використання методів оснований на оцінці точкового зварного з'єднання під час процесу зварювання.

Ключові слова: контактне точкове зварювання, ультразвукові датчики, контроль зварних швів.

ВСТУП

На сьогоднішній день, перспективним є використання ультразвукових засобів контролю для проведення оцінки якості зварних з'єднань в тому числі виконаних методом контактного точкового зварювання. До переваг використання ультразвукових методів неруйнівного контролю в порівнянні з іншими методами НК відносяться: висока чутливість до дефектів, можливість виявляти дефекти розмірами до 10 мкм, невисока ціна, відсутність впливу температурних завад на результат контролю, можливість контролю неметалічних ОК, висока швидкодія. Основним недоліком ультразвукового методу при контроль КТЗ є неможливість відрізнити наявність литого ядра від злипання.

Для проведення контролю КТЗ ультразвуковим методом використовуються ехо-метод з використанням п'єзоелектричних перетворювачів з частотою від 10 до 20 МГц[1]. Отримані дані від перетворювачів обробляються та інтерпретуються на екран дефектоскопа у вигляд графіка залежності амплітуди прийнятого ехо-сигналу від часу. Використання ультразвукових методів дозволяє визначити наявність дефектів таких як: раковини, тріщини, пори, виплески, повного непровару та скупчень неметалевих включень. При цьому виявлення часткового непровару, а також тонких поверхневих оксидів без використання спеціальних методів досить важко. При проведенні контролю одним з головних завдань є визначення діаметру литого ядра, тому що в залежності від значення відхилення його діаметру від мінімального та максимального значення розрізняють два види дефектів непровар та виплеск. Наявність цих дефектів в контактних зварних з'єднаннях є недопустимим.

Для проведення якісного контролю необхідна наявність оператора, який повинен проводити контроль точкових зварних з'єднань. Він повинен проводити налаштування контрольно-вимірювальних операцій під час контролю, також він повинен слідкувати за змінами на отриманому А-скані та робити висновки про наявність дефектів різних типів. Виходячи з цього можна зробити висновок про необхідність модернізації застарілих засобів дефектоскопії за допомогою використання нейронних мереж. Використання автоматизованих систем дозволить зменшити або виключити вплив суб'єктивної похибки виміру на результат контролю якості, крім цього збільшить точність обробки А-сканів, а також збільшить швидкість проведення контролю.

ОГЛЯД ПОПЕРЕДНІХ РОБІТ

На сьогоднішній день розроблено безліч засобів призначених для контролю якості КТЗ. Кожен з них виготовлений за різною методикою та використовують різні методи для проведення контролю та інтерпретації отриманих даних.

Один з прикладів реалізованих засобів контролю КТЗ представлено в роботі [2]. Пристрій призначений для контролю контактних точкових зварних з'єднань за допомогою ультразвукових фазованих решіток та системи «MULTISCAN SM». Система «MULTISCAN SM» складається з блоку обробки даних УЗФР, скануючого пристрою та спеціалізованого програмного забезпечення. Пристрій дозволяє отримати наочне тривимірне зображення, що збільшує надійність і достовірність результатів контролю. Пристрій представляє собою ультразвуковий томограф який проводить дослідження, візуалізує внутрішню структуру об'єкта контролю та відображує наявні дефекти. В процесі роботи пристрою створюються А-, В-, С-, D - скани. Заміна механічного сканування зварного точкового з'єднання електронним, яка дозволяє збільшити продуктивність контролю, а можливість фокусування дозволяє збільшити роздільну здатність отриманих двовимірних зображень.

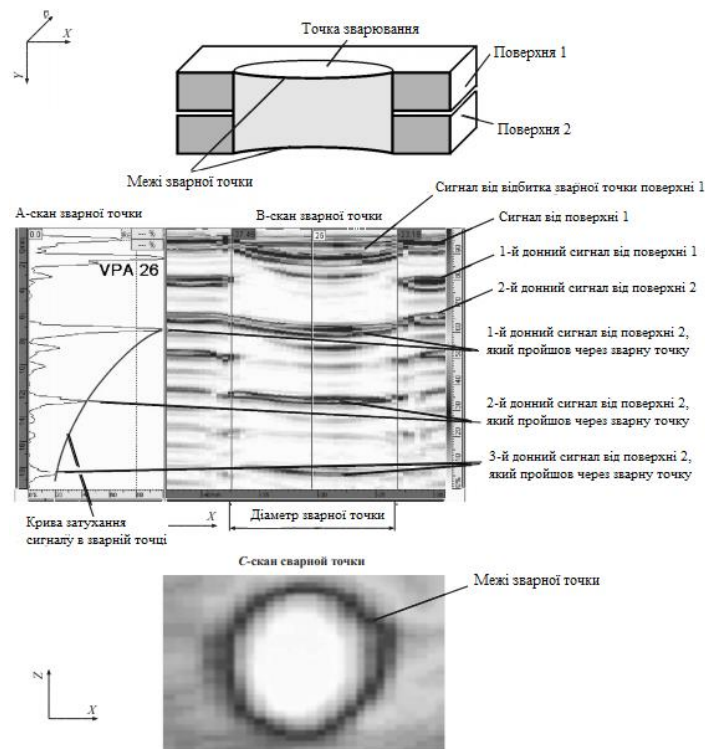


Рис. 1. Результат роботи системи «MULTISCAN SM»

На Рис.1 зображенні А-скан, В-скан та С-скан контролюючої поверхні та показане розташування сигналів від першої та другої поверхні перед проходженням через зварну точку так і після, а також показана крива затухання сигналу в зварній точці.

Контроль контактного зварного з'єднання при застосуванні системи «MULTISCAN SM» і УЗФР дозволяє виявити дефекти різних типів зварних з'єднань, визначити їх розміри та координати, дозволяє оцінити розміри зварних точок та оцінити якість з'єднання.

Ще одним пристроєм, який використовується в задачах контролю КТЗ, є «Nugget Viewer». Авторами роботи [3] був створений пристрій, призначений для контролю КТЗ іммерсійним методом. Засіб складається з ультразвукового перетворювача, скануючого пристрою та іммерсійної ванни. Контроль проводиться пересування скануючим пристроєм перетворювача поміщеного в іммерсійну ванну розміром 12 мм з мінімальним кроком 0.2 мм. Пристрій дозволяє проводити контроль металу за допомогою візуалізації даних та визначати площу і діаметр ядра зварної точки.

Використання нейронних мереж при ультразвуковому контролі контактних зварних з'єднань відображено роботі [4]. Авторами був розроблений пристрій, який використовує обробку ультразвукових осцилограм, отриманих за допомогою програми «MATLAB», при використанні нейронних мереж. Нейрона мережа виконана згідно алгоритму контрольованого навчання та дозволяє класифікувати точкові зварні з'єднання по 4 рівнях якості, кожен рівень якості має свій бажаний результат. Входами для нейронної мережі є вектори створені на основі осцилограм. Отриманий набір даних осцилограм ділиться на навчальну та перевіірочну множину. Навчальна множина необхідна для перерахунку ваги нейронів, а перевіірочна для захисту від перенавчання за допомогою перехресної перевірки. Для нейронної мережі кількість нейронів у прихованих шарах визначається з урахування перенавчання. Використання такої системи дозволяє збільшити швидкість обробки даних, збільшити точність результату завдяки зменшенню впливу суб'єктивної похибки.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

На основі аналізу попередніх робіт, можна сформулювати концепцію універсального пристрою для контролю контактного точкового зварювання. Для пошуку дефектів точкової зварки дефектоскоп повинен працювати з високою швидкістю, мати високу роздільну здатність інтерпретації даних та точністю оброблюваних даних, крім цього пристрій повинен проводити контроль КТЗ одночасно з процесом самого зварювання.

Виходячи з поставленого завдання рекомендовано використовувати пристрій під назвою «SPOTline», цей пристрій був виготовлений німецькою компанією «Vogt Ultrasonic GmbH». Особливістю цього засобу є можливість контролю з'єднань при виконанні процесу зварювання. Це досягається завдяки встановленню в охолоджувальний канал верхнього та нижнього електродів ультразвукових перетворювачів точкової машини. Пристрій складається з блоку обробки даних, системи управління зварювання, зварювального пістолету з ультразвуковими датчиками з вбудований водяним охолодженням.

В процесі зварювання проводяться в ехо-імпульсному режимі або наскрізної передачі імпульси з частотою 500 Гц від SPOTline-клієнта через площину об'єкта контролю[5]. Ультразвукові датчики, розташовані по обидва боки зварювальних щипців, генерують повздовжню хвилю, яка передається перпендикулярно через наконечник в зварний шов. Збір даних починається з закінченням часу стискання і продовжується протягом усього часу зварювання, що триває до часу витримки.

Отримані ехо-сигнали реєструються, створюються амплітудно-часові графіки, яка аналізуються та оцінюються блоком обробки даних, крім цього вони використовуються для відносних вимірювань призначених для компенсації температури та перевірки датчика як до зварювання так і після нього.

Після завершення процесу зварювання отримується значення результату. Результатом називається один із класів якості визначених на основі кореляції діаметру точкового зварювання. Результат ділиться згідно максимальних та мінімальних значень на 3 класи, а саме: пляма хорошої, середньої та невідповідної якості. Отриманий результат оцінки контактного точкового зварювання передається до SPOTline-серверу, де данні зберігаються.

ВИСНОВКИ

На сьогоднішній день існує багато засобів призначених для оцінки контактних точкових зварних з'єднань. Використання КТЗ є популярним завдяки його простоті, можливості проведення якісного контролю та можливості автоматизації. Проведення процесу зварювання з одночасною оцінкою зварного з'єднання є перспективним напрямком розвитку КТЗ. Розвиток цієї тенденції полягає в необхідності автоматизації процесу оцінки якості. Використання цієї технології дозволить збільшити швидкість та точність зварного з'єднання без необхідності контролю шва після закінчення процесу зварювання. Основним недоліком так і залишається неможливість чітко розрізнити наявність литого ядра від злипання матеріалів. Тому необхідно провести оптимізації пристрою для зменшення впливу цього фактору на результат виміру.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Шаповалов Е.В. Современные методы и средства неразрушающего контроля сварного соединения, выполненного контактной точечной сваркой (Обзор) / Е.В. Шаповалов, Р.М. Галаган, Ф.С. Клишар, В.И. Запара // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – Київ. – 2013. – № 1. – С. 10-22.
- [2] Семеренко А. В. Использование фазированных решеток для ультразвукового контроля точечной сварки / А. В. Семеренко, А. В. Пепеляев. // Сварка и диагностика. – 2009. – №6. – С. 49–52.
- [3] Ториуми Н., Хиросэ Н. Оборудование для дефектоскопии точечных швов «Nugget Viewer» // Технологии сварки (Welding Technology). — 2010. — № 10. — С. 51–54.
- [4] Óscar M. Artificial neural networks for quality control by ultrasonic testing in resistance spot welding / M. Óscar, L. Manuel, M. Fernando // Journal of Materials Processing Technology – Valladolid, Spain: Universidad de Valladolid – (Ingeniería de Materiales). – (2-3; т. 183). – С. 226–233.
- [5] Vogt G. Inline-process and quality control of spotwelds of carbodies — Ultrasonic sensors integrated in resistance welding electrodes // in Proceedings 17th World conf. on nondestructive testing: conf. proc., 25–28 Oct. 2008. — Shanghai, China, 2008. —P. 1–6.

Наук. керівник – доцент Галаган Р.М.